

Kültivatör Uç Demirlerinde Farklı Aşınma Oranları ve İlerleme Hızlarının Çeki Kuvvetine Etkisi

Tayfun KORUCU, Selçuk ARSLAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Kahramanmaraş

Geliş Tarihi: 13.12.2006

Kabul Tarihi: 18.11.2007

ÖZET: Bu çalışmada, üç farklı uç demiri tipi (kaz ayağı, dar uç demiri ve üçgen uçdemiri), üç aşınma seviyesi (Y, A₁ ve A₂) ve üç traktör ilerleme hızının (2,1; 2,9; 6,8 km/h) çeki kuvvetine etkisi araştırılmıştır. Denemeler 3x3x3 faktöriyel deneme deseninde tesadüf parselleri planına göre üçer tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Deneme alanında 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerde elde edilen nem içerikleri sırasıyla % 14 ve % 19, hacimsel kütle değerleri ise sırasıyla 1,16 ve 1,21 g/cm³ olarak bulunmuştur. Çalışma derinliklerindeki toprak sıkışıklık seviyesinin bitki kök gelişimi için eşik değer olan 2 MPa ile eşdeğer olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler, farklı uç demiri tiplerinin, aşınma oranlarının ve çalışma hızlarının çeki kuvveti üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak (p<0,01) önemli olduğunu göstermiştir. Buna göre temas alanının azalmasından dolayı çeki kuvveti değerinin aşınma oranı ile ters orantılı, ilerleme hızı ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aşınma arttıkça aletin toprağa yeterince batmadığı ve düzgün bir çalışma derinliği elde edilemediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aşınma, ilerleme hızı, çeki kuvveti, kültivatör uç demiri.

The Effect of Wear Rate of Cultivator Shares and Operating Speed on Draught Force Requirements

ABSTRACT: In this study, the effects of three cultivator share types (cultivator share, narrow share, triangle share) three wear rate of the shares (Y, A₁, A₂) and three operating speeds (2,1; 2,9; 6,8 km/h) on draught requirements were determined. Completely randomized block design was used with 3x3x3 factorial design between share type, wear level and operating speed to show the interaction effects on draught force with three replicates. Soil moisture contents and bulk densities at 0-10 cm and 10-20 cm were found to be 14 %-19 %, and 1,16 -1,21 g/cm³, respectively. Soil compaction was measured to be as high as the threshold level of 2 MPa for root development. The statistical analyses showed that the effects of share types, operating speed and wear rate on draught force were significant (p<0,01). It is shown that draught force decreased with increasing wear rate because of reduced contact area between soil and shares and increased with increasing operating speed. In addition, it was observed that the sufficient working depth could not be accomplished due to increasing wear rate, resulting in less smooth working depth.

Key Words: Wear, operating speed, draught force.

GİRİŞ

Toprak işleme sırasında işleyici ünitelerden toprağa doğru, topraktan ise işleyici üniteye doğru bir kuvvet uygulaması söz konusudur. Toprağın işleyici üniteye göstermiş olduğu direncin yenilmesi ile işleyici ünite toprak içerisinde hareket eder ve ünite ile toprak arasında sürtünme oluşur. Bunun sonucunda toprak işleme ünitesi ve toprakta bazı fiziksel değişimler meydana gelir. Bu değişim toprakta bir miktar gevşeme ve sıkışma şeklinde, işleyici ünite yüzeyinde ise çizikler şeklinde kendini gösterir. Sürtünme sonucunda işleyici ünite yüzeyinde oluşan bu izler aşınma olarak tanımlanmaktadır (Güven, 2004).

Toprak işleme alet ve makinalarının işleyici ünitelerinde meydana gelen bu aşınmaya ilerleme hızı, yüzey biçimi, yüklenme, toprak cinsi, toprak nem içeriği, malzeme, sertlik gibi çok sayıda faktör etkilidir (Metinoğlu ve ark., 2006).

Toprak işleme aletlerinin en kritik parçalarından biri uç demirleridir. Çekme, basma, kesme gibi basit gerilmelerin yanı sıra eğilme, burulma, darbe gibi yüklemelere uğrayan uç demirlerinde özellikle aşınma direncinin yüksek olması istenmektedir. Çatlama, kırılma, eğilme gibi arızalar hemen görüldüğü halde,

kullanım süresince gelişen bir durum olan aşınma daha geç algılanabilmektedir.

Toprak işleyici organların aşınarak ideal şeklini kaybetmeye başladığı andan itibaren, işlev tam olarak gerçekleştirilememekte ve o iş için tüketilen enerji artmaktadır. Ayrıca, toprak işleme aletlerindeki hızlı aşınma aşağıdaki olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir (Ferguson ve ark. 1994; O'callaghan, 1997):

- Tamir bakım masraflarının artması,
- Kullanım süresinin azalması,
- Yakıt tüketiminin artması,
- Tohum yatağının iyi hazırlanmaması ve dolayısıyla da verimin azalması.

Uç demirlerinin değiştirilmesi veya onarımı için para ve zaman kayıplarının yanı sıra, toprak-alet etkileşimindeki olumsuzluklar nedeniyle sıkışma, su ve besin düzeyleri de bozulmaktadır. Aşınmanın doğrudan ve dolaylı etkisiyle üretim maliyetinin artması, konuyu ekonomik boyutlarıyla da gündemde tutmaktadır. Aşınmanın önlenmesi veya azaltılabilmesi için malzemenin aşınmaya karşı dayanıklı yani yeter derecede sert ve kırılman için de yeterince tok olması gerekmektedir. Ancak, bu davranış kesin bir

kural olmayıp, etkili diğer faktörlerin yarattığı şartlara göre değişmektedir (Par ve Komaç, 1990). Toprak işleme aletlerinde aşınmanın önlenmesi mümkün olmasa da, uygun malzemenin seçilmesi, ısıl işlem uygulanması gibi yöntemlerle aşınmanın azaltılması mümkündür.

Metinoğlu ve ark. (2006) toprak işleme alet ve makinelerinde iş organlarının aşınmasının yakıt, güç ve zaman gereksinimi üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında aşınma ile birlikte yakıt tüketimi ve çeki gücü ihtiyacının azaldığını tespit etmişlerdir. Natsis ve ark (1999) enerji tüketimi, aşınma ve toprak kalitesine toprak tipi, nem içeriği ve kulaklı pulluk uç demirinin keskinliğinin etkisini araştırmışlardır. Siltli ve killi topraklarda nem içeriğinin artması ile aşınmanın azaldığını, kumlu topraklarda ise artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Uç demiri keskin kenarı kalınlığının artması çeki kuvveti, yakıt tüketimi ve toprak kesek boyutunun artmasına (toprak kalitesinin bozulmasına) sebep olmuştur. O'Callaghan (1997) uç demirlerinin aşınma süresi ve çeki performansını araştırmış, buna göre uç demiri kalınlığının artmasının aşınma süresini geciktirdiğini ancak toprağa batmasının zorlaştığı ve çeki gücünün ortalama % 5 oranında arttığını vurgulamıştır. Ferguson ve ark. (1994) abrasive tip topraklarda kültüvator uç demirindeki aşınmaları incelemişlerdir. Buna göre uç demirindeki aşınmanın toprak içerisindeki çakıl oranının artması ile arttığını, toprak nem içeriğindeki artış sonucunda aşınma oranında azalma ve aşınma şeklinde değişimler olduğunu tespit etmişlerdir. Fielke ve ark. (1993) farklı kalınlıktaki iki uç demiri ile yapmış oldukları araştırmada aşınma oranının ilerleme hızından bağımsız olduğunu fakat toprak tipi ve toprak koşulunun aşınma oranı ve çeki kuvveti üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Quirke ve ark. (1988) toprak işleme aletleri ile tarla koşullarında çalışma sonrası oluşacak aşınmayı sağlayacak bir aşınma test aleti geliştirmişlerdir.

Sahu ve Raheman (2006) her toprak tipi ve koşulunda toprak işleme aletlerinin çeki kuvveti ihtiyacını toprak özelliği, çalışma ve makine parametrelerinin yer aldığı bir eşitlik geliştirmişlerdir. Abbaspour-Gilandeh ve ark. (2005) değişebilir derinlikte toprak işlemenin enerji kazanımını araştırmışlardır. Toprak işleme uygulamalarının gerekli olduğu üretim sisteminde farklı derinlik veya özellikteki toprak işleme ile masraf, iş gücü, yakıt ve enerji gereksinimlerinde potansiyel bir azalma olacağı belirtilmiştir. Araştırmada enerji gereksinimi ve yakıt tüketimine ilerleme hızı, toprak tekstürü, nem içeriği ve elektriksel iletkenliğin etkileri incelenmiştir. Bütün toprak tiplerinde ilerleme hızının artması ile çeki kuvvetinin artmasına rağmen, toprak işleme derinliğinin çeki kuvvetinin artmasında ilerleme hızına göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Çeki kuvveti ve yakıt tüketimine toprak nem içeriğinin etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir. Literatür taramaları kısmında ise toprak işleme aletleri ile çalışma sırasında tüketilen

enerjinin, çalışma derinliği, alet geometrisi, ilerleme hızı, uç demiri genişliği ve toprak özellikleri ile doğrudan ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Karmakar ve Kushwaha (2005) düz yüzeye sahip toprak işleme aletlerinin uçdemiri yüzeylerindeki basınç dağılımını, toprak dağılımına etkilerini ve çeki gereksinimlerini araştırmışlar, çalışma hızının artmasıyla alet yüzeyinde meydana gelen basıncın arttığını ve çeki kuvvetinin ilerleme hızının karesi ile orantılı olduğunu belirtmişlerdir. Arvidsson ve ark. (2004) değişik toprak tiplerinde farklı toprak işleme aletlerinin özgül çeki ve enerji değerlerini belirlemişler, buna göre çeki kuvvetinin toprak kohezyonu ile çok sıkı bir ilişki içerisinde olduğunu ancak penetrasyon direncine bağlı olmadığını belirtmişlerdir. Al-Janobi ve Al-Suhaibani (1998) kumlu toprakta yaptıkları araştırmada derinliğin ve ilerleme hızının artması ile çeki kuvvetin de önemli bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Görücü (1998) değişen nem koşullarında iki farklı toprak tipinde farklı temas açılarında standart bir ayağın çeki kuvveti gereksinimini tahmin edebilmek için basit bir tahmin yöntemi geliştirmiştir. Çalışmada standart aletin çeki kuvveti tahmininin % 14-20 hata ile yapılabildiği doğrulanmıştır. Glancey ve ark. (1996) standart bir toprak işleme aleti kullanarak diğer bütün toprak işleme aletlerinin ihtiyaç duyduğu çeki kuvvetini tahmin edebilecek yeni bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Geliştirilen bu yöntem ile her tür toprak tipi veya koşullarında bütün toprak işleme aletlerinin çeki kuvvetini tahmin edebilmek mümkündür.

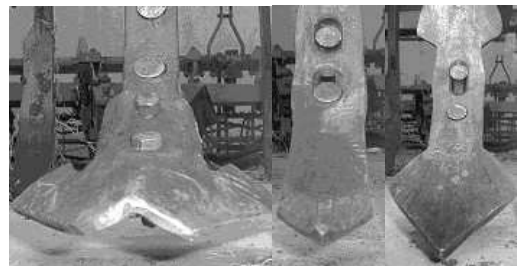
Bu çalışmada, atölye koşullarında kademeli olarak aşındırılan uç demirinin ve traktör ilerleme hızındaki değişimin çeki kuvveti üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermayesine bağlı yaklaşık 15 da lık bir tarım arazisinde Ford 6610 çift çeker traktör kullanılarak yürütülmüştür. Deneme alanı % 51 kil, %25 silt ve %24 oranında kumdan oluşan killi toprak bünyesine sahiptir.

Denemelerde kazayağı uç demiri, dar uç demiri ve üçgen uç demiri; iki sıralı bir çatı üzerine iki uç demiri önde, iki uç demiri ise ikinci sırada olacak şekilde monte edilerek kullanılmıştır. Kullanılan uç demirleri Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Uç demiri tipleri (a-kaz ayağı, b-dar, c-üçgen)

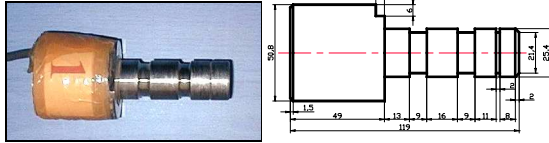
Çalışmada, çeki kuvvetini ölçmek için Akıncı (1994) tarafından geliştirilmiş bilgisayar destekli ölçme sistemi kullanılmıştır (Şekil 2). Sistem, üniversal, taşınabilir, kolay bağlanır ve traktör kuyruk mili çalışmalarına da olanak sağlayacak özelliklere sahiptir. Bu sistem aşağıda verilen parçalardan oluşmaktadır;

- Üç adet kuvvet ölçüm pimi
- A/D-D/I dönüştürücü
- Bilgisayar



Şekil 2. Bilgisayar destekli kuvvet ölçme sistemi

Çeki kuvveti ölçümünü sağlayacak aynı boyut ve özelliklere sahip 3 adet kuvvet ölçüm pimine ait görünüş ve ölçüler Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Kuvvet ölçme pimi (Akıncı, 1994)

Penetrasyon direnci ölçmelerinde, 0-52,5 cm profil derinliği boyunca her 3,5 cm'de bir okuma yapabilen sayısal göstergeli ve 30° koni açılı uca sahip, BUSH marka, hafızalı toprak penetrometresi kullanılmıştır.

Metot

Araştırma, uç demirlerindeki aşınma oranı ve traktör ilerleme hızının çeki kuvvetine etkisini araştırmak amacıyla üç uç demiri tipi (kaz ayağı, dar ve üçgen uç demiri), üç aşınma direnci düzeyi (yeni - Y, birinci kademe aşınma - A₁ ve ikinci kademe aşınma - A₂) ve üç traktör ilerleme hızı (2,1; 2,9 ve 6,8 km/h) esas alınarak, 3x3x3 faktöriyel deneme deseninin tesadüf parselleri planına göre üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir.

Uç demirlerindeki aşınma miktarını belirlerken yaygın olarak kullanılan ve birçok hallerde de en kesin sonucu veren kütle değişimi yöntemi dikkate alınmıştır (Güven, 2004). Ölçümler ilk olarak yeni durumdaki (Y) uç demiri ile yapılmıştır. Daha sonraki ölçümler, uç demirlerinin atölye koşullarında kademeli olarak aşınmaya tabi tutulması ile elde edilen iki farklı aşınma seviyesinde (A₁ ve A₂) yapılmıştır. Aşındırma, atölye koşullarında yapay olarak gerçekleştirilmiştir. Aşınma oranı, yeni ve aşınmış durumdaki uç demirinin kütle miktarları arasındaki farkın yeni durumdaki uç demirinin ağırlığına oranı ile belirlenmiştir.

Denemeler sırasında farklı traktör hızlarının elde edilmesi ve çalışma süresince bu hızın korunması;

traktör devir sayısının sabit tutularak vites kolunun takviye 1, takviye 2 ve seri 1'e takılması ile sağlanmıştır. İlerleme hızının belirlenmesi amacıyla, mesafesi bilinen bir aralıkta makine çalıştırılmış ve bir kronometre yardımı ile bu mesafeyi ne kadar sürede aldığı kayıt edilmiştir. Üç tekerrürlü olarak yapılan ölçümlere göre, ilerleme hızı 2,1, 2,9 ve 6,8 km/h olarak hesaplanmıştır.

Traktör üç nokta bağlantı düzenine, makine bağlantı noktalarında yatay, düşey ve yanal yönlü kuvvetler etki etmektedir. Toplam çeki kuvveti, makinanın çekilmesi için gerekli yatay yönlü kuvvettir ve net çeki kuvveti (toprak-bitki direnci) ile yuvarlanma direnci toplamından oluşmaktadır. Üç nokta bağlantı düzeni makine bağlantı noktalarında oluşan yatay yönlü kuvvetlerin vektörel toplamı ile net çeki kuvveti bulunmaktadır (Akıncı, 1994). Buna göre, makinanın çekilmesi için gerekli net çeki kuvveti 1 No'lu eşitlik ile tanımlanmaktadır.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \quad [1]$$

Burada;

- P = Net çeki kuvveti, (kN),
- P_1 = Sağ alt bağlantı kolu kuvveti, (kN)
- P_2 = Sol alt bağlantı kolu kuvveti, (kN)
- P_3 = Üst bağlantı kolu kuvveti, (kN)'dur.

P_1 , P_2 ve P_3 kuvvetleri, traktör üç nokta bağlantı düzeni makine bağlantı noktalarına yerleştirilen kuvvet ölçme pimlerinden elde edilen net çeki kuvveti değerleridir. Diğer bir ifade ile, sağ alt bağlantı kolu çeki kuvveti (P_1) birinci ölçme piminden elde edilen kuvvet değeri, sol alt bağlantı kolu çeki kuvveti (P_2) ikinci ölçme piminden elde edilen kuvvet değeri ve üst bağlantı kolu kuvvet değeri (P_3) ise üçüncü ölçme piminden elde edilen kuvvet değeridir. Diğer yandan P_1 , P_2 ve P_3 kuvvet değerleri, aktif tarla çalışma süresince ölçme sistemi ile belirli ölçme aralıklarında kaydedilen değerlerin aritmetik ortalaması ve yüksüz değerlerin çıkartılması ile elde edilen net çeki kuvveti değeridir (Akıncı, 1994; Görücü, 1998).

Deneme alanlarından elde edilen penetrometre okumaları bir kuvveti (N) ifade etmekte olup bu değerlerin penetrasyon direncine dönüştürülmesinde kuvvet/tabana alanı esasına dayalı değerlendirme yöntemini ifade eden (2) no'lu eşitlikten yararlanılmıştır (Say, 1995).

$$PD = \frac{F}{A} 10^{-6} \quad [2]$$

Burada;

- PD : Penetrasyon direnci (MPa),
- F : Okunan kuvvet değeri (N),
- A : Konik uç taban alanı ($1.29 \times 10^{-4} \text{ m}^2$) dir.

Deneme alanındaki toprağın fiziksel özelliklerini ifade eden toprak nem içeriği ve hacimsel kütle değerleri, iki farklı derinlikten (0-10 ve 10-20 cm) 100 cm³ hacimli standart silindirelerle alınan bozulmamış toprak örnekleri kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre toprak nem içerikleri, kuru baza göre 3 No'lu eşitlik yardımı ile, kuru hacimsel kütle değerleri ise 4 No'lu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Craig, 1984).

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (\text{k.b.}) \quad [3]$$

$$\rho_d = \frac{M_s}{V} \quad [4]$$

burada

- w : Toprak nem içeriği (kuru baza göre) (%)
 M_w : Topraktan uzaklaştırılan nemin kütlesi (g)
 M_s : Kurutulmuş toprağın kütlesi (g)
 ρ_d : Kuru hacimsel kütle (g/cm^3)
 V : Toprağın toplam hacmi (cm^3) dir.

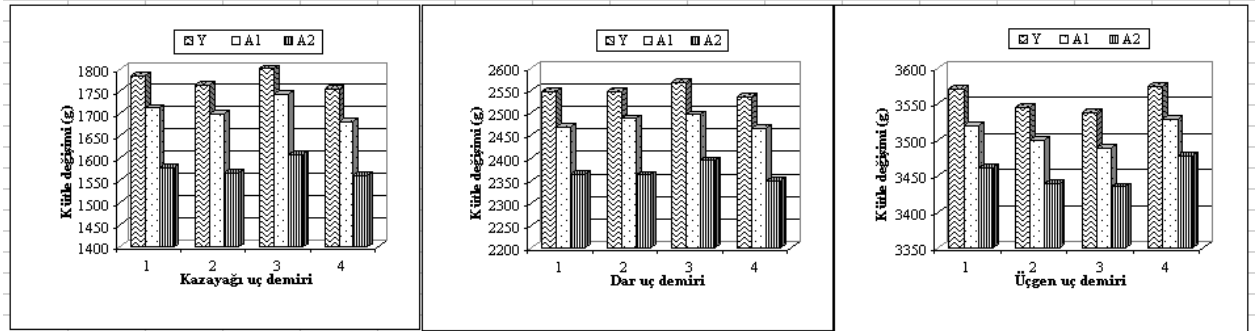
BULGULAR ve TARTIŞMA

Aşınma Oranı

Aşınmışlık derecesinin belirlenmesinde güvenilir ve hata oranı oldukça düşük olan kütle değişim yöntemi dikkate alınmıştır. Kullanılan uç demirlerine ait kütle değişimi miktarları Tablo 1’de, grafiksel gösterimleri ise Şekil 4’de verilmiştir.

Tablo 1. Uç demirlerindeki kütle değişimi

Uç demirleri	Kütle Değişimi (g)								
	Kazayağı uç demiri			Dar uç demiri			Üçgen uç demiri		
	Y	A ₁	A ₂	Y	A ₁	A ₂	Y	A ₁	A ₂
1	1784,0	1712,0	1577,4	2548,0	2468,6	2364,0	3570,0	3519,0	3461,0
2	1764,0	1698,2	1565,0	2546,5	2487,6	2362,2	3544,5	3500,0	3439,5
3	1800,0	1742,0	1607,6	2568,4	2496,6	2394,2	3537,0	3488,5	3435,0
4	1754,0	1680,2	1559,2	2535,0	2466,4	2350,0	3574,0	3528,5	3477,5
Ortalama	1775,5	1708,1	1577,3	2549,5	2479,8	2367,6	3556,4	3509,0	3453,3
% Değişim	0,0	3,8	11,2	0,0	2,7	7,1	0,0	1,3	2,9



Şekil 4. Uç demirlerinde aşınma miktarları

Tablo 1’den dört adet uç demirinin aşınma oranları ortalaması dikkate alındığında yeni durumdaki (Y) uç demirlerine göre aşındırılmış uç demirlerindeki (A₁ ve A₂) aşınmışlık düzeyi kazayağı tip uç demirinde sırasıyla yaklaşık % 3,8-11,2, dar tip uç demirinde % 2,7-7,1 ve üçgen uç demirinde % 1,3-2,9 oranındadır.

Çeki kuvveti

SPSS paket programı kullanılarak yapılan analizde, çeki kuvveti üzerinde uç demiri tipi, ilerleme hızı ve aşınma oranının etkisi ile uç demiri tipi-aşınma oranı, uç

demiri tipi-ilerleme hızı ve aşınma oranı-ilerleme hızı etkileşimleri incelenmiştir (Tablo 2). Tablo incelendiğinde, uç demiri tipi, aşınmışlık düzeyi, çalışma hızı ve bu üç özelliğin birbirleri ile olan etkileşimlerinin çeki kuvveti üzerinde % 1 ($p < 0,01$) önem seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

Denemeler sonucunda uç demiri tipi, ilerleme hızı ve aşınma derecesine bağlı olarak elde edilen çeki kuvveti ortalama değerleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2. Varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F Değeri	Olasılık
Uçdemiri tipi	2	6405,392	2222,062	,000*
Aşınma oranı	2	370,999	128,701	,000*
İlerleme hızı	2	379,987	131,819	,000*
Uçdemiri tipi x Aşınma oranı	4	41,668	14,455	,000*
Uçdemiri tipi x İlerleme Hızı	4	92,499	32,088	,000*
Aşınma oranı x İlerleme Hızı	4	51,842	17,984	,000*
Uçdemiri tipi x Aşınma Oranı x İlerleme Hızı	8	26,140	9,068	,000*

* P < 0,01

Tablo 3. Ayak tipi ve aşınma oranına bağlı ortalama çeki kuvveti değerleri

Aşınma düzeyi	İlerleme hızı (km/h)	Çeki kuvveti (kN)			Genel Ortalama	Standart Hata
		Uç demiri tipi				
		Kaz ayağı	Dar	Üçgen		
Y	2,1	5,13	9,81	8,80	8,26 ^a	0,081
	2,9	5,11	10,56	8,97		
	6,8	4,86	11,53	10,34		
A ₁	2,1	4,98	9,43	7,68	7,86 ^b	0,077
	2,9	4,92	9,90	9,69		
	6,8	5,13	10,93	8,83		
A ₂	2,1	4,51	8,16	6,45	6,72 ^c	0,071
	2,9	4,50	8,38	6,85		
	6,8	4,82	11,09	9,32		
Genel ortalama		4,87 ^c	9,68 ^a	8,26 ^b		
Standart Hata		0,031	0,064	0,062		

Aşınma düzeyi ile çeki kuvveti arasındaki ilişki incelendiğinde, yeni durumdaki uç demirlerinde çeki kuvveti değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Aşınmış durumdaki uç demirleri kendi aralarında karşılaştırıldığında A₂ kademesindeki uç demirlerinde çeki kuvveti değerlerinin A₁ kademesindeki uç demirlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Aşınma düzeyinde meydana gelen artışın toprak ile temas halinde olan yüzey alanında azalmaya bunun ise çeki kuvvetinde azalmaya sebep olduğu görülmektedir. Çeki kuvvetinde meydana gelen azalmaya karşı uç demirlerinin toprak içerisine batmakta zorlandığı görülmüştür.

Literatür verilerine de dayanarak aşınma sonucu çeki kuvvetinde meydana gelen azalmayla orantılı olarak yakıt tüketim değerinin de azalacağı söylenebilir. Ancak aşınmış durumdaki uç demirlerinin yeni durumdaki uç demirlerinin çalışma derinliklerinde çalıştırılabilmesi için daha fazla düşey yükün uygulanmasına, bunun ise yakıt tüketimi ve çeki kuvvetinde artışa sebep olacağı tahmin edilmektedir.

İlerleme hızına bağlı olarak elde edilen ortalama çeki kuvveti değerleri Tablo 4’de verilmiştir. İlerleme hızının çeki kuvveti üzerinde % 1 önem seviyesinde etkili olduğu görülmüştür (p<0,01). Tablo incelendiğinde ilerleme hızının artması ile çeki kuvvetinin de artış gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek çeki kuvveti değerinin 6,8 km/h çalışma

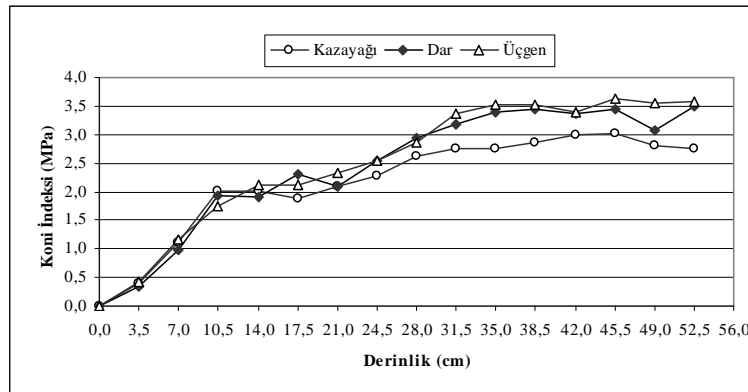
hızında, en düşük çeki kuvveti değerinin ise 2,1 km/h ilerleme hızında elde edilmiştir.

Tablo 4. İlerleme hızına bağlı ortalama çeki kuvveti değerleri

İlerleme hızı (km/h)	N	Ortalama çeki kuvveti (kN)		
		1	2	3
2,1	1848	7,25 ^a		
2,9	1302		7,74 ^b	
6,8	561			8,70 ^c
Standart hata		0,058	0,076	0,141

Penetrasyon Direnci

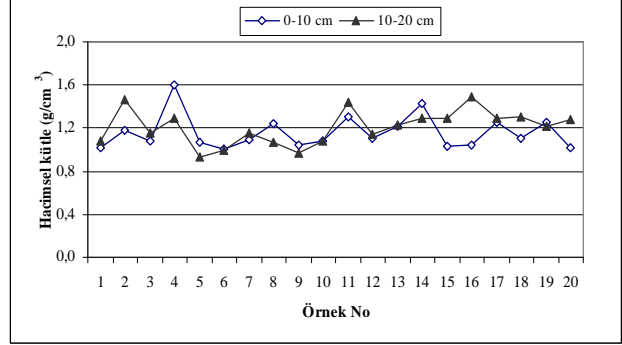
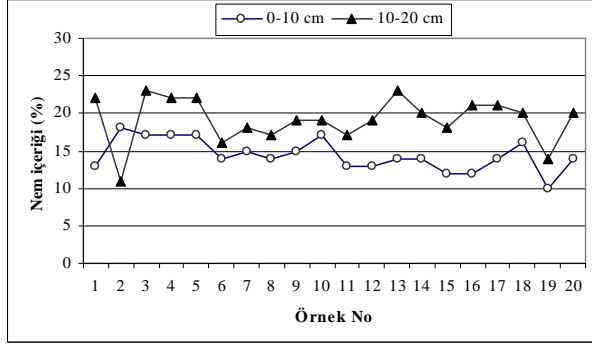
Deneme alanına ait penetrometre değerleri onbeş tekrerrün ortalaması alınarak grafiksel olarak Şekil 5’te gösterilmiştir. Şekilden, bitkisel üretim açısından eşik değer olan 2 MPa’lık (Korucu, 2002; Taylor ve Gardner, 1963) sıkışma değerine deneme alanının tamamında toprak yüzeyinin ilk 10 cm’lik bölümünde ulaşılmış ve sıkışma düzeyi derinliğin artması ile artış göstermiştir. Farklı uç demirleri ile yapılan toprak işleme uygulamaları sonrasında bütün çalışma derinliklerindeki toprak sıkışıklık değerlerinin ortalama 2 MPa olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5. Derinliğe bağlı penetrasyon direnci değişimi

Toprak Nem İçeriği ve Kuru Hacimsel Kütle

Deneme alanında yirmi farklı noktadan ve iki farklı derinlikten (0-10 ve 10-20 cm) alınan toprak örneklerine ait toprak nem içerikleri ve hacimsel kütle değerleri



Şekil 6. Toprak nem içeriği ve kuru hacimsel kütle

Çalışma Derinliği

Denemeler sırasındaki çalışma derinliklerinin belirlenmesi amacıyla, her uygulamanın ardına işlenmemiş toprak yüzeyi ile çizi tabanı arasındaki mesafe yirmişer tekrarlı olarak ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır. Çalışma derinliklerine ait veriler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Çalışma derinliği

Uç demiri tipi	Çalışma derinliği (cm)			Ortalama
	Y	A ₁	A ₂	
Kazayağı	8,4±0,5	8,1±0,8	7,5±0,7	8,0
Dar	16,4±0,8	16,0±1,5	15,1±1,7	15,8
Üçgen	15,2±0,8	15,2±0,8	13,6±1,4	14,8

Tablo 5 incelendiğinde, uç demirlerinin hepsinde aşınma seviyesinin artması ile aletin toprağa dalmakta zorlandığı ve böylece çalışma derinliğinin azaldığı görülmektedir. Ayrıca standart sapma değerleri dikkate alındığında aşınma seviyesindeki artışın çalışma derinliğinin sabit tutulmasını da zorlaştırdığı görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, kültivatör uç demirlerindeki aşınma oranı ve traktör ilerleme hızının çeki kuvvetine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla üç farklı kültivatör uç demiri (kazayağı, dar ve üçgen uç demiri), üç farklı aşınma oranında (Y, A₁ ve A₂) ve üç farklı ilerleme hızında (2,1; 2,9 ve 6,8 km/h) denemeye alınmıştır. Uygulamalar sonrasında yapılan ölçümlerde ortalama çalışma derinliklerinin kazayağı tip uç demirinde 8 cm, dar tip uç demirinde 15,8 cm ve üçgen uç demirinde ise 14,8 cm olduğu belirlenmiş, ancak aşınma seviyesinin artması ile işleyici ünitenin yeterince toprağa batmadığı ve düzgün bir çalışma derinliğinin elde edilemediği görülmüştür. Çalışma derinliklerine bağlı olarak deneme alanındaki 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki ortalama nem içeriği değerinin sırası ile % 14 ve % 19, kuru hacimsel kütle değerlerinin 1,16 ve 1,21 g/cm³ ve

Şekil 6'da verilmiştir. Buna göre deneme alanındaki ortalama nem içeriği değeri 0-10 cm ve 10-20 cm derinlikler için sırası ile % 14 ve % 19 hacimsel kütle değerleri ise 1,16 ve 1,21 g/cm³ olarak bulunmuştur.

penetrasyon direnci değerinin ise 2 MPa olduğu bulunmuştur.

Uç demirlerindeki aşınma miktarı ile çeki kuvveti arasında ters bir ilişkinin olduğu başka bir ifade ile yeni durumdaki uç demiri ile karşılaştırıldığında aşınmış durumdaki uç demirlerinde çeki kuvveti değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise toprak ile uç demirleri temas alanındaki azalmadan kaynaklandığı söylenebilir.

Traktör ilerleme hızında meydana gelen artışın, çeki kuvveti değerini de artırdığı görülmüştür. İlerleme hızına bağlı olarak artış gösteren çeki kuvveti değerleri yakıt tüketimini de artırarak üretim sisteminde girdi masraflarının artmasına sebep olacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Abbaspour-Gilandeh, Y., Khalilian, A., Alimardani, R., Keyhani, A. ve Sadati, S.H. 2005. Energy Saving with Variable-Depth Tillage. Southern Conservation Tillage Systems Conference, Clemson University, pp. 84-91.
- Akıncı, İ. 1994. Traktör-Tarım Makinası Enerji İlişkilerinin Saptanması İçin Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Geliştirilmesi ve Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. ÇÜ. Fen Bil. Ens., Tarım Makinaları ABD, Doktora Tezi, 122s.
- Al-Janobi, A.A. ve Al-Suhaibani, S.A. 1998. Draft of Primary Tillage Implements in Sandy Loam Soil. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 14(4): 343-348.
- Arvidsson, J., Keller T. ve Gustafsson, K. 2004. Specific Draught for Mouldboard Plough, Chisel Plough and Disc Harrow at Different Water Contents. Soil and Tillage Research, 79(2): 221-231.
- Craig, R.F. 1984 Soil Mechanics (Third Edition). Wokingham, England. Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd.

- Ferguson, S.A., Fielke J.M. ve Riley, T.W. 1994. Wear of Cultivator Shares in Abrasive South Australian Soils. Extended Abstract., Second International Conference on Soil Dynamics, Silsoe College, Cranfield University, Bedford, United Kingdom, 31-32.
- Fielke, J.M., Riley, T.W., Slatter M.G. ve Fitzpatrick, R.W. 1993. Comparison of Tillage Forces and Wear Rates of Pressed and Cast Cultivator Shares. *Soil and Tillage Research*, 25(4) 317-328.
- Galancey, J.L., Upadhyaya, S.K., Chancellor W.J. ve Rumsey, J.W. 1996. Prediction of Agricultural Implement Draft Using an Instrumented Analog Tillage Tool. *Soil and Tillage Research*, 37(1): 47-65.
- Görücü, S. 1998. A Field Method Based on Cone-Index Values for Prediction of Draught Force Requirements of Standard Tines with Different Rake Angles. *ÇÜ. Fen Bil. Ens., Tarım Makinaları ABD, Yüksek Lisans Tezi*, 78s.
- Karmakar, S. ve Kushwaha, R.L. 2005. CFD Simulation of Soil Forces on a Flat Tillage Tool. American Society of Agricultural and Biological Engineers. Paper number 051160.
- Korucu, T. 2002. Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün Mısırın Doğrudan Ekim Olanaklarının Araştırılması. *ÇÜ. Fen Bil. Ens., Tarım Makinaları ABD, Doktora Tezi*, 112s
- Metinoğlu, F., Çakmak, B., Balcı, Y. ve Ulusoy, M.E. 2006. Toprak İşleme Alet ve Makinelerinde İş Organlarının Aşınmasının Yakıt, Güç ve Zaman Gereksinimi Üzerindeki Etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2 (2): 173-179.
- Natsis, A., Papadakis, G. ve Pitsilis, J. 1999. The Influence of Soil Type, Soil Water and Share Sharpness of a Mouldboard Plough on Energy Consumption, Rate of Work and Tillage Quality. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 72(2): 171-176, ISSN 0021-8634.
- O'Callaghan, L.B. 1997. Wear Life and Tillage Force Performance of Pressed Steel Shares. *Proceeding of the 3rd International Conference on Soil Dynamics (ICSD-III): 163-170, Tiberias, Israel.*
- Par, B., ve Komaç, O.Ş. 1990. "Tarımsal Mekanizasyonda Ostenitik Mangan Çeliğinin Aşınma Direncine Yüzeysel Basıncının Etkisi ", 4 th International Congress Mechanization and Energy in Agriculture: 803-813, Adana, Türkiye.
- Quirke, S., Scheffler O. ve Allen, C. 1988. An Evaluation of the Wear Behaviour of Metallic Materials Subjected to Soil Abrasion. *Soil and Tillage Research*, 11(1): 27-42.
- Sahu, R.K. ve Raheman H. 2006. An Approach for Draft Prediction of Combination Tillage Implements in Sandy Clay Loam Soil. *Soil and Tillage Research*. (in press).
- Say, S.M. 1995. Toprak Penetrasyon Direncinin Toprak Koşulları ile Değişiminin Belirlenmesi ve Matematiksel Modellerin Geliştirilmesi. *ÇÜ. Fen Bil. Ens., Tarım Makinaları ABD, Yüksek Lisans Tezi*, 109s.
- Taylor, H.M ve Gardner, H.R. 1963. Penetration of Cotton Seedlings Taproots as Influenced by Bulk Density, Moisture Content and Strength of Soil. *Soil Science*, 96 (3):153-156.